

# 地球の歴史から考える防災：「大地変動の時代」に向けて

著者	鎌田 浩毅
雑誌名	真実心
号	39
ページ	39-75
発行年	2018-03-10
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1108/00000892/">http://id.nii.ac.jp/1108/00000892/</a>

## 地球の歴史から考える防災

——「大地変動の時代」に向けて——

鎌 田 浩 毅

### 赤い服の意味

京都大学の鎌田です。こんにちは。赤い服わかります？ 赤は僕のトレードマークなんです。赤はマグマの赤です。僕は京都大学でこの格好で授業をしてるんです。何でかっていうと、テレビで火山の解説とかするんですけど、キャスターがいて、専門家が並ぶじゃないですか。だいたい大学の教授って黒い服着てたりグレーでしょ。僕は真っ赤な服を着ていくのね。そうすると、アナウンサー、キャスターが「先生、何ですか。その赤は」って言うのと、待ってましたとばかりに、「マグマの赤です。火山学者でございます」ニコツとするわけ。そうすると座がパツと和むんです。それからもう一つは、三秒で僕の専門を

伝えられるでしょ。そしてちよつと余裕があれば「情熱の赤です」って。そうすると、火山の噴火があつてみんなが緊張してる中でパツと弛むんですね。キャスターも、「鎌田先生にあてときゃ何とかなるな」ってなる。本当に議論が上手く進むんですよ。

これは大学でも同じで、授業の一番最初にこういう服を着ていくんです。そうすると学生は、「なんだ、なんだ」ってなるわけね。そして毎週変えるんです。次の週は青だったり、スカジャンだったり、もちろんスーツも着ます。そうすると学生は、「鎌田先生、次の週は何を着てくるのかな」っていう興味で講義に出てくるんです。そして、待ってましたとばかりに「地球科学入門」す。地球科学って結構地味なんですね。だから、どうやって学生の出席率を上げるか、僕はファッションです。これは上手くいって、学生で単位を取ったやつが、また次の年に来たりする。「六月三〇日、去年着てた服と同じですね」って言われたりして。単位取ってるんだから出てこなくてもいいんだけど、服を見に来るんです。そしてすかさずコメントをするんです。

僕は授業の最後の一〇分くらいを使って、学生に「質問・感想・意見」を紙に書いてもらうんですよ。それを集めて次の冒頭でアドリブで答えるのね。学生が聞きたいこと、例えば、火山とか地震を教えるけど、それ以外に勉強法とか、本の紹介とか。もっと言え

ば、彼氏彼女の作り方とか、専門でどの研究室に行ったらいいか、そういうことも聞いてくるんです。それに僕が答える。そうすると授業の中でコミュニケーションが始まるんですね。だから必ず授業の最後に、A4の紙を半分に折った単純な紙、リサイクル、ビラとかあるでしょ、その裏に書いてもらう。ここで大事なポイントは、名前とか学籍番号とか書かない。書くと、これは出席かな？って「先生の授業は面白いです」そういうのは楽しくない、いらぬ。それより、「板書がきたなくて読めない」とか「こういう話をしてほしい」とか、学生の本当の意見を聞きたいんです。そして、学生が聞きたい内容で次の講義を組み立てる。そういうことで、京大でもう二〇年やっています。それでさっきの話、「去年の服と同じです」って言われてムカツとくるんです。一応、「地球科学入門」は半期で一五回やるから一五着いるわけですよ。次の年に同じ服を着たら見抜かれちゃったから次は三〇着用意しました。そうすると二年間はずつですよ。

### 「予測と制御」としての地球科学

と、こんなことをやって授業を面白くしているんですけど、何を伝えたいかというと、

僕の授業は「地球科学入門」、地球の科学です。科学はサイエンス、高校でいうと理科だね。大学でも、数学とか、物理とか、化け学、生物とかあるけど、科学を伝える時に何がポイントかという、一言でいうと「予測と制御」です。何かを予測して、まずい時にはこういうふうに変える、まずくなきゃこれでいきましょう。例えば、ボールをヒューツと投げるでしょ。45度でボールを投げる。アメリカンフットボールの選手が、こうやって投げて、向こうに走ってる選手がいてパツと受け取る。ある角度で、ある力で投げると向こうの選手にちゃんと届く。これは物理学です。予測をして制御する。

地球の場合はどうかというと、例えば、地震が起きます、火山が噴火します、そういうことを知っていて、地震が起きてても人が死なない、火山が噴火しても火山灰で家が潰れない（火山灰では喉がやられたりもするんだけど）、僕は、地球科学の知識を予測として、人が死なないということを目標にしています。自然科学は全部、「予測と制御」です。特に僕の場合は地球にまつわることで、具体的に何を伝えたいかという、地震です。

ちよつと資料を見てもらいましょうか。今日はきれいな資料を作っていました。今、大学では先生はだいたいパワーポイントとか使うんですけど、僕は使わないんです。パワーポイントは情報が多いんだよね。教授側は「あれも教えたい、これも教えたい」っ

ていっぱい書く。でも、学生は、キラキラ、キラキラを見てるうちに「あ、すごかったな」って「結局、先生は何を言いたいんですか？」ってなるわけ。僕は昔風に紙で資料を配ります。今日もホワイトボードを用意してもらいましたけど、使うのは板書です。学生とのコミュニケーションは、今はネット、LINEとかを使って質問を受けたり答えたりできるでしょ。そういうのじゃなくて、紙（笑い）。さっき言った白い紙に書いてもらう。「名前とか学籍番号を書かなくていいよ」と。そうすると、本当に聞きたいこと、言いたいことを言ってもらえるから。ひよつとすると明治時代と同じ様な授業かなと思うんですね。

地震で伝えたいこと。配布資料としてお配りした2（図1）です。これは日本列島です。いろいろ書いてあるけど、ちよつと知ってる文字があるでしょ。東海地震とか、東南海地震とか、活断層とか。これは、今の日本列島で、これからどんな地震が起きるかということのまとめです。六年前に東日本大震災が起きました。この図で東北地方の右側にオレンジ色で塗ってあるところがあるでしょ。これが、二〇一一年三月十一日の東日本大震災です。僕ら地球科学の専門家にとって、すごい大変なことが起きちゃったんです。ここから話を始めます。

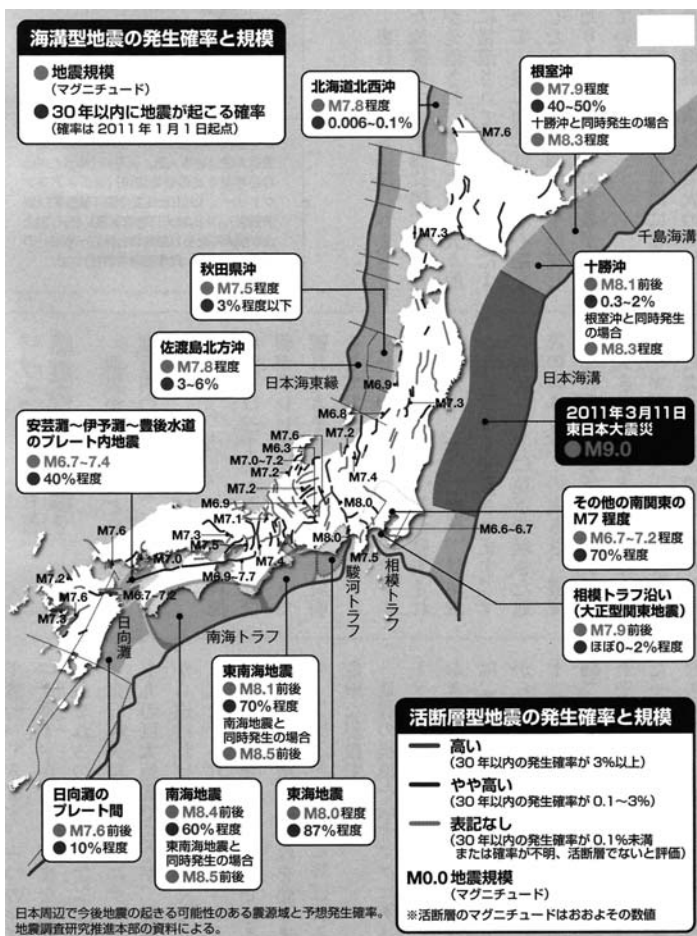


図 1

## 東日本大震災の意味すること

まず、M9.0つてあるでしょ。Mはマグニチュードです。テレビでも、新聞でも、雑誌でも、よく聞きますよね。マグニチュードは、地下で地震が出したエネルギーのことです。地震つてどうして起きるかという、地下で岩石が割れるんです。割れた時にものすごい揺れが発生して、その揺れが伝わって、我々の住んでいる建物が壊れたりする。マグニチュードは、「地下でどれくらいの大きな揺れが発生しましたか」ということで、これは結構大事です。9.0というのは、「ただの9か」つて思いかもしれないけど、実は日本が経験した最大なんです。日本の歴史は二〇〇〇年くらいあるけど、ほとんどないです。僕らは明治時代から地震の研究を一三〇年やってるけど、全然ない。つまり、六年前に驚くべき巨大な地震が起きちゃったんですね。三月一日だから、東日本大震災のことを省略して「3・11」つて言いますけど、こういうことが起きて日本列島は何が変わったかという、一言でいうと不安定になりました。これをちよつと説明しますね。

地球科学入門です。日本は陸地だけど、実は太平洋から海底が押し寄せてきます。プレ



ートってという言葉聞いたことがあるかもしれませんが。漢字で書くと「岩板」です。プレートが太平洋から押し寄せて来て日本にぶつかります。ぶつかっても、そのままだときゅうぎゅうになっちゃうから日本列島の下に潜り込む。潜り込んでいる時はいいんだけど、そこに摩擦が生じて、太平洋の岩板が日本列島を引き吊り込むんです。で、引き吊り込むんだけど、時々、堪えられなくなつてボンッと日本列島が跳ね返る。それが地震です。二〇一一年の東日本大震災も今言ったことが起きたんです。見てきたようなウソを言っているようにだけど、そうじゃなくて、一〇〇年ぐらい地震学を研究してきて、世界中で分かっていることです。要するに、太平洋から押し寄せて来たものが日本列島にぶつかって、跳ね返って、跳ね返った強さがマグニチュードになつて、9.0が日本が経験した最大のものです。その時に、ぎゅうぎゅう押されてたものが跳ね返って伸びちゃうんですよ。太平洋ってアメリカの方にあるよね。東からずっと押し寄せて来てたのがボンと跳ね返って、日本列島は東に向かって5.3 m膨張してしまいました。地面が膨張するとか、地面が広がるとか、イメージが湧かないかもしれない。「豆腐のように」は言い過ぎだけど、実は岩石も動くんです。日本が5 m移動したってどういうことかというところ、地下の岩板にストレスがかかったということです。岩板が引つ張られた。で、この引つ張られた状況を解消しよう

として、時々地震が起きてるんです。実家が関東とか東北にある人はよく知ってるだろうけど、最近、関東では月に三回ぐらい地震が起きてるんです。ついこの間も長野県で震度5強がありましたね。これは、しょっちゅうあるんです。しょっちゅうあるって、いつからか？というところ、まさに六年前に東日本大震災からです。それまではこんな地震はなかった。だけど、二〇一一年三月一日の二時四六分から突然増えました。それは何故かというと、ぎゅうぎゅう抑えつけられてたものがボンツと跳ね返って岩板が引つ張られたからです。それを解消しようとして、関東や、東北や、中部地方で、地震が増えました。このことがわれわれが一番心配していることです。例えば、長野県でも地震があつたし、日本全国に影響を及ぼしています。

### 熊本地震

例えば、熊本で地震がありましたよね。配布資料としてお配りした6（図2）を見てください。大分と熊本の間で地震が起きたんです。これは、実は僕が三〇年前に研究した論文の図です。僕は京大に二〇年前に来たんですけど、その前は通産省（今の経済産業

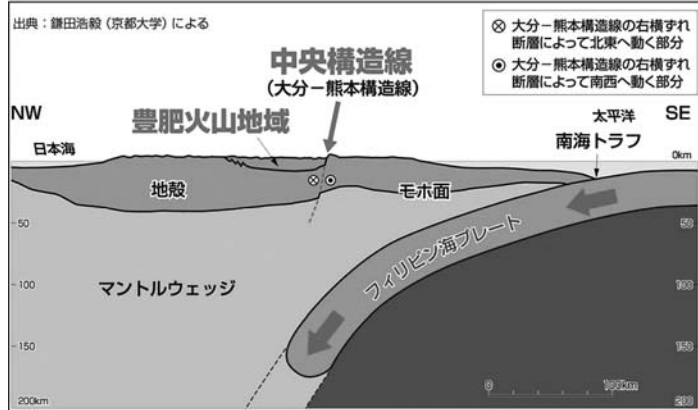
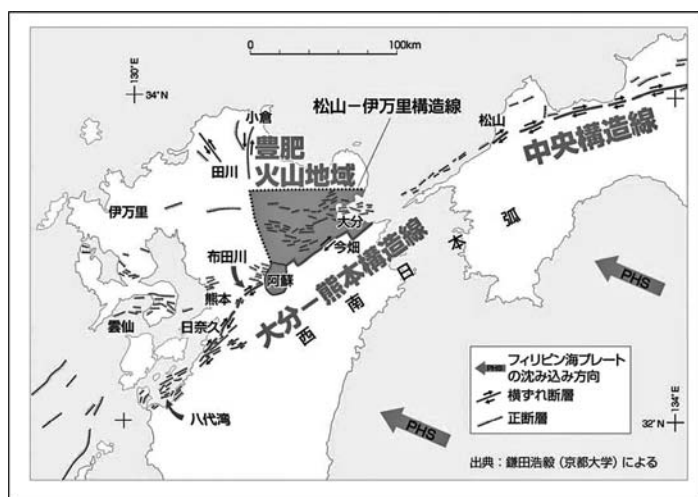


図 2

省)の研究所にいました。国立の地学の研究所で九州の火山と地震の調査をしていて、その時に「大分―熊本構造線」を発見したんです。構造線は、地面とかに割れ目があつて、大分と熊本をつなぐ線で地震が起きますよというものです。この地震によって九州の阿蘇山とか火山が噴火しますが、それだけじゃありません。九州に行ったことある人いるかな。黒川温泉とか、湯布院温泉、別府温泉…、いっぱいあるでしょ。あれは地下に断層があつて、熱いお湯が地上まで出てくる。温泉が湧くというのは構造線があるからです。もう一つ、温泉が湧くためには熱があるでしょ。その熱は何かというとマグマです。九州には、阿蘇山とか、九重山とか、活火山があります。そのマグマの熱が地下水を温めて、地下水が地下の割れ目を通して地上に出てくる。よって、黒川温泉とか、湯布院温泉とかがある、ということ、僕は三〇年前に研究して論文を書いたんです。そうしたら、ビックリしたことに熊本地震が起きちゃったんですね。

熊本地震の最大の特徴は、熊本で地震があつた後に大分に飛び火したことです。こんなことは普通ありません。だいたい熊本で地震が起きたら、熊本、熊本、熊本…って、だんだん小さい地震が起きる。それが日本、世界中の地震のパターンです。熊本で震度7が起きて、また次の日に震度7が起きたこともビックリしたけど、それ以上にビックリしたの

は、熊本から四〇キロくらい離れてる大分でも地震が起きたことです。その後、大分、熊本、大分、熊本……で、まだ終わってません。「大分―熊本構造線」が動いちゃったからです。僕は博士論文にこれを書いたんですけど、三〇年前にやっていたことが、まさに目の前で起きてビックリして、これはやっぱり発表しなきゃいけないと思って出しました。

## 活断層

もう一回、話を戻します。配布資料2（図1）です。東日本大震災で日本列島が引き延ばされて、そのストレスを解消しようとして長野県でも地震が起きるし、熊本でも地震が起きるし、日本中で地震の活動期に入っちゃったんです。これがまず言いたいことです。よって、京都も危ないです。ま、危ないというか、危ないかもしれない。それは活断層があるからです。花折り断層とか名前知ってますか。あ、そもそも、京都の成り立ちを言いましうか。京都って盆地でしょ。西山があって、東山があって、北山があって。山に名前が付いてるよね、北山杉とかって。東山は銀閣寺、西山の方にも天竜寺とかいっぱいあるよね。京都は山に囲まれています。山が隆起してますよね。その真ん中の京都盆地は平

からです。それは山が隆起する時に地震が起きているからです。実は活断層があつて、時々、動いています。時々というのは二〇〇〇年に一回ぐらい。だから、めったに遭遇しないんだけど、とにかく活断層で山が上昇する。東山、北山、西山。山は高くなる。高くなったら雨が降るでしょ。そうすると山が削られて土砂が流れてくる。それが京都盆地を作ったんです。賀茂川って流れてますよね。今の賀茂川は真直ぐで堤防があるけど、昔はあんなのなくて氾濫してたんです。人間があんまり蛇行したら困るから護岸工事をしたんだけど、賀茂川とか、桂川もそうで、蛇行していて、次第に土砂をまき散らしたわけ。そういうところに都を作ったんです。京都の盆地はなぜできたかという、地震なんですね。活断層です。

活断層という言葉も説明しましょうか。活きた断層です。お魚の「活料理」ってありますよね、それと同じです。その活断層が時々動かすんだけど、その動きが東日本大震災から急に増えました。具体的には三〜五倍くらいです。つまり、動きやすくなったということです。よって、今、関東でも東北でも地震が多い。この活断層地震、直下型地震が東京で起きた時が一番怖いんです。なぜなら、東京には日本の人口の三分の一ぐらいがいます。埼玉、千葉、神奈川…あの辺はみんな東京に通っています。首都圏の人口が三五〇

○万人。首都圏は関東平野で平らです。その地下に活断層があります。それが動くとき直下型地震で非常に危ない。京都はまだ人口密度がそこまで高くないけど、東京は人口密度が十倍ぐらい高いでしょ。人が多い所で地震が起きると災害が増える、そういう話です。それは、さておいて、次の話に移ります。

### 予測と制御——2035±5年——

もう一つ、君らに伝えたいことがあるのね。そのために僕は赤い服を着てるんです。「専門はマグマで、赤い服を着ています」それもいいんだけど、ちゃんと理由があります。マグマとか地震とかって、みなさんあんまり関心がないんだよね。地震が起きると、テレビや新聞で見て関心があるけど、ちょっと経つとすぐ忘れちゃう。でも本当に大事なものは、「予測と制御」で、将来に起きるかもしれない地震で人が死なないようにする、家が潰れないようにする、のが僕の仕事なわけです。僕はこうやって赤い服を着て、みなさんの関心を集めて、「予測と制御」を伝える仕事をしています。テレビでも、講演でも、必ず（人寄せパンダという言葉をよく使いますが）関心を集めるために赤い服を着ていま

す。その先に何かがあるかというと、伝えたい内容があるんです。その最大の内容が、南海トラフ地震です。これは、どこかで聞いたことがあるかもしれないね。「なんか、よくテレビでやってるな」「NHKスペシャルでもやってたな」「南海トラフ地震って聞いたことがある」「津波が来るって聞いたことある」。でも、イメージがはつきりしないでしょ。それを伝えたいんです。なぜならば、君たちの人生に直接関わるからです。

結論から言います。約二〇年後に確実に起きるんです。何で確実に起きるかっていうと、地球の歴史で確実に一〇〇年おきに八回くらい起きてるから、次だけないってことはありえない。「今まで八回やってるから九回目必ず起きますよ」、これが地球科学のポイントです。良い標語があります。「過去は未来を解く鍵」。つまり、過去を勉強して、それを未来に向けて利用・活用する。何で、われわれが歴史を学ぶか。日本史も世界史もそうです。今まで人類がした、賢いこと、愚かなこと、それを学んで未来に活用するんです。それを地球に当てはめます。今まで南海トラフで地震が起きてきました。それを見て、次の予測をするんです。そして制御する。予測するだけではダメです。「地震が来るぞ、来るぞ」で何もなかったら人が死ぬんです。そこで制御したら人は死なない。そこまで持っていて、僕の仕事は完了します。



もう一回、地図を見てもらいましょうか。配布資料2（図1）です。さっきは東日本だったけど、今度は西日本です。紀伊半島や四国のあたりを見てください。茶色く塗られているでしょ。「南海トラフ」って書いてますよね。ここです。「トラフ」というのは海底が凹んだところです。漢字で書くと「海盆」海の盆地。このトラフ沿いに地震が起きるんです。それが、東海地震、東南海地震、南海地震の三つです。東海地震は聞いたことがあるかな。三〇〇四〇年前に「東海地震が、起きる、起きる」と言われて未だに起きてない、二〇年後にまとめて起きるんだけど、それが東海地震で東京の人は良く知ってます。そして南海地震です。関西の人は南海電車知ってるから、南海道といって江戸時代に海道があったんです。東南海地震は、東海地震と南海地震を足して二で割った言葉です。わかりやすいでしょ。ちょうど真ん中です。海の中だけ結構陸地に近いじゃない。そこで地震が起きて被害がありますという話です。

実は、東海地震と、南海地震と、東南海地震は、それぞれ別々に起きてました。でも次は一緒に起きるんです。配布資料3（図3）に細かく書いてあるんですけど、一言でいいですね。一〇〇年に一回起きてるんだよね。だけど、一〇〇年を三回足して、三〇〇年に一回、今言った三つがいっぺんに起きます。それが二〇三〇年ぐらいなんです。ちょっと

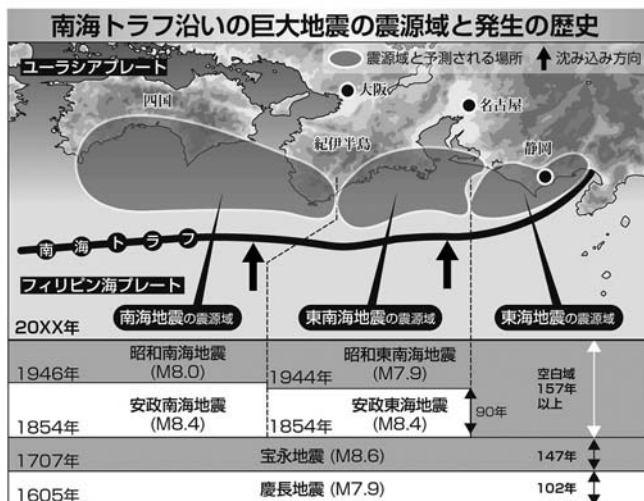
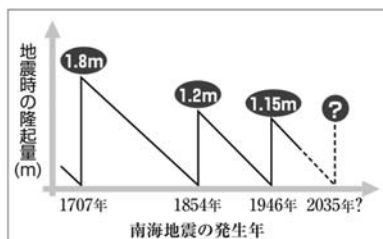
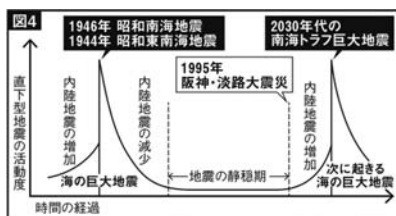


図 3

書きましようか。僕は黒板です。パワーポイントはいらないわけ。何でかっていうと、書くのはこれぐらいだから。「2030～40年代」、「2035 H5」と書くこともあります。だいたい今から二〇年後ぐらいに起きます。これが南海トラフ地震です。規模を考えると、東日本大震災と同じ、マグニチュード9.1です。東日本が9.0だったでしょ。ほぼ一緒かちよっと大きいくらいです。東日本大震災と同じくらいの地震が起きますということです。地震が起きるところは茶色く塗ったところです。これは日本列島に引つかかっているじゃない。これはどういうことかという、陸地に近いということです。ちなみに東日本大震災は陸から離れてるでしょ。だから、同じマグニチュード9.0とか、9.1のエネルギーの規模でも、起きるところが陸地に近いと、それだけ被害が大きい。ここがポイントなんです。地図見たらわかるよね。南海トラフって、静岡県から紀伊半島から四国から全部くっついてるじゃない。

### 予想される津波の高さ・早さ

ここで被害の結果を言いましよう。これは国の内閣府が全部計算しています。今はシミ

ユレーションで、これだけの人が死ぬということまでわかるんですね。具体的には、津波の高さ、34 mです。3 mで一階分くらいあるかな。一一階建ての建物がすっぽり津波に覆われちゃうわけね。それが来るんです。東日本大震災は20 mぐらいでした。

津波ってわかります？ 海で地震が起きると海底が隆起するのね。日本列島が引き延ばされる前はぎゅうぎゅう押されてたでしょ。その時に海底も押されて沈んでるんですよ。それが、地震と共にボンと盛り上がるわけです。海底が盛り上がるということは、その上にある海水も盛り上がって、海面に水の山ができるわけ。その水の山が行き場を失って右と左にいく。それが陸地を覆う津波になるんです。だから、海で地震が起きると津波は必ず発生します。東日本大震災でも津波によって二万人近い人が亡くなりました。行方不明の人も合わせて一万九〇〇〇人。それぐらい津波は怖いんです。

南海トラフの話に戻ります。南海トラフでは34 mの津波が来ます。ポイントはどれぐらいの時間で来るかなんです。東日本大震災の時は小1時間くらい。距離があるからね。ところが、二〇年後の南海トラフ地震は3分です。怖いでしょ。これは僕が勝手に言っているんじゃないくて、国の内閣府というところが、きちんと試算しています。具体的に言いましょう。紀伊半島の先端で3分、四国の先で2分です。34 mね。それが来るんです。つま

り、二―三分で30 mの津波が来た時にどうやって逃げるかが、これからわれわれが直面することです。それをまずみんなに伝えたい。

僕がこの前テレビを見てたら、紀伊半島に白浜があるでしょ。あそこでサーフィンとかやってる人多いですよね。そこで、高校生かな。サーフボードを持った子に、「これから南海トラフが起きるって知ってますか」ってインタビュするんです。「あ、知ってる、知ってる」「どうする？ 君たち」って言ったら、サーファーの子が「おれ、結構サーフィン得意なんで、乗ってくわ」みたいに言うわけ。とんでもない話です。津波を甘く見ちゃいけません。津波は1 mでも死にます。50 cmでも死ぬんだよ。50 cmってこんなもんだよね。何で死ぬか。津波ってドーンと一面全体に襲ってくるのね。50 cmでも足を取られる。そして、津波はぐるぐる回転してるから普通の波みたいにきれいじゃない、泥水なんです。海底の貝とか泥とか全部巻き込んで襲ってきます。そうすると、足を取られて一回転んじやったら立ち上がれないんです。単純に「おれ、サーフィン得意だから」じゃないんです。それぐらい日本人は知らない。その子だけじゃなくてみんな知らない。このことを伝えるのが僕の使命です。

僕が二〇年前に京大に来た時は普通の研究者で、こんな格好はしてませんでした。これは皆さんの関心を引くためのステージ衣裳です（笑い）。その時は、ジーンズに白衣で研究してました。京大に来て思ったのは、研究はいいですよ。でも、物理学とか、化学、生物の教室の先生方が「ノーベル賞」とかい出すんですよ。物理の先生が「僕は〇〇と〇〇を研究して、ノーベル賞をもらっても不思議じゃないけど、ちよつと時間がかかりますよね」みたいなことを言うわけ。「おお、すげえな」と。化学もそうです。生物学もね。実際に益川先生ってノーベル賞を取られましたよね。本当にいるんです。それで僕はどうしようかなと。二〇年前は四一歳でしたけど、地球科学にノーベル賞はないんです。そして、こんな先生たちと競争しても勝ち目ないなと思ったんです。物理の蒼々たる人たち、化学の蒼々たる人たち、その中にノーベル医学生理学賞を取られた山中先生ね、山中先生は後で来たけど、そういう先生がゴロゴロいるわけ。ま、地球科学にノーベル賞があっても僕なんか全然ダメなだけです。

とにかく何をやるかと思った時に、京都大学は「鎌田さん、何か面白いことやればいいんだよ」「別に、勝とうとか、すごいことをやるうとか思わなくてもいい」「面白いことをやって、学生が付いてきて、同僚が付いてきて、何となくワイワイやってたらい」っ

て言われて、「あ、これはいける」と。でも、「ただ面白がってるだけじゃダメ」「人と違うことをやるのが京大だからね」って言われて、「ああそうか、そうか」と思いました。僕は東大なんですけど、東大は人と同じことをやるんです。同じことをやって競争して日本国を支える、みたいな感じに、落ちこぼれの僕は合わなかったんです。東京大学は、学生の8割を東京大学を出ても恥ずかしくないようにちゃんと仕上げます。それは尊いことです、貴重なことです。でも、僕はその8割に入れなかったんです。ガチガチなシステムに何か合わない。超低空飛行で、ほうほうのていで卒業しました。

その後、何十年か経って京大に赴任したら、京大って自由なんです。だいたい出席取らないし。教授もね、例えば数学の先生は、黒板の端から端まで数式を書く間、ほとんど振り返らない。そして、ふと振り返ったら、最初一〇〇人いた学生が三人しかいなかったって（笑い）。でもOKなのね。何でかというと、九七人は、わからないんだよね。数学の教授が、自分が一番面白いことをやって、「どうです？」って言うのと、三人だけが「あ、そうですね」ってわかるんです。その三人が後を継ぐ。それが大学なんです。それでOKなんだって。「だから、鎌田さん、面白いことをやればいいよ」と。京都は東京と違うんです。東京は八割をちゃんと育てて日本を支える。京都は「日本を支えるのは東京でやつ

てもらいましょー」「京都大学は、もっと面白い、オリジナルなこと、クリエイティブなことをする大学だ」って言うわけ。僕は水を得た魚のように楽になって、こうやって赤い服を着るようになったんです。「東京は勝つ都市、京都は深める都市」、これは僕の標語です。それで、東大と違うことを京大でやろうと思っていたし、実際にそうしています。

### 予想される被害

もう一回ちゃんと話を戻して。南海トラフの津波が三分で34 mで来るでしょ。それで死者の数が想定で三三万人です。東日本大震災は二万人弱、ということは十倍以上です。なぜかという、津波が二三分で来るし、震源域が近いから被害がものすごい大きいんです。これを見てもらえばわかるけど、東京から静岡、名古屋、大阪、九州まで、全部被害に遭うんです。ちなみに最近の研究で、九州の宮崎県の沖の日向灘も地震に加わるとう、とんでもないこともわかりました。今までは、東海地震、東南地震、東南海地震の三連動と言われてたんだけど、最近の研究では日向灘も動く四連動になるということ、ど



んどんメンバーが増えちゃって、メンバーが増えると、それだけ津波の高さが高くなったり、揺れが大きくなったりするわけね。それで9.1になったんです。これが大変なんです。死者三二万人で東日本の十倍です。国はこの被害をお金でも計算します。東日本大震災の経済被害は二〇兆円です。それに対して、二〇年後の南海トラフ地震は二二〇兆円です。すごいでしょ、十倍です。「二〇年後だと一桁大きい」これだけ今日は覚えて帰ってほしいんです。二〇年後って、君らの人生に関わってくるよ。今いくつ？ 二〇歳ぐらいでしょ。二〇年足してごらん。四〇歳でしょ。一番活動している頃だよ。家族があって、子どもがいるかもしれない。世界を飛び回ってるかもしれない。その時に、二〇〇兆円の地震が起きて三二万人が亡くなるということはただごとじゃない。その時に、三二万人の中に入らないのが「予測と制御」なんです。

## 制御

それで、どうするか。例えば、さっきの「津波が来たら、サーフボードでは何とかならない」という知識ね。和歌山県とか、四国、中国の海岸にいて津波が来る。その前に大き

な地震がある。その時は、とにかく高い所に逃げてください。車で逃げたりしてはダメです。「遠くへ逃げるより高く逃げろ」が鉄則ね。遠くへ逃げようと思っても、平地だったら、いくら走っても高度が稼げないでしょ。そのうち津波に追いつかれちゃう。それより裏山に駆け上る。それから、高知県とか岡山県には「津波タワー」って、津波が来る海岸に10 mとか20 mの鉄塔が建ってるんです。その鉄塔の上には四〇、五〇人が避難できる場所が作られています。そこにいかに早く駆け上がるか。こういうことをどれだけ知っているかが大事なんです。

それから、例えば、大阪に買い物に行つてたでしょう。大阪っていうのはゼロメートル地域が多いんですよね。大阪って水の都でしょ。だから運河がいっぱいあって川があるじゃない。北も南も、難波とか、梅田とか、低い所なんです。それで、大阪には南海トラフ地震で津波が5 m押し寄せてきます。5 mは35 mに比べて大したことないかもしれないけど、そうじゃないんです。5 mの津波でも地下街に入ってくると被害が増大します。大阪に遊びに行った人？ 地下街が立派でしょ。地下一階とか二階にショッピングモールがあったりするじゃない？ ああいうところにいて地震に遭う。南海トラフ地震は最初に大きい揺れが来るよね。そして停電します。その後で水が入ってくる。その時に、大阪は5

mだから少なくとも建物の三階くらいに上がってください。地下二階にいたら、五階分を駆け上がらなくちゃいけない。電気は消えてるんですよ、停電です。だから、逃げろの緑のランプがあるでしょ。あれは消えないから、あれを見て五階分駆け上がらないといけない。そういうことを知ってなきやダメです。ウロウロして「そのうち電気つくかな」とか思ってたちゃダメです、つきません。

それと、大阪は5 mの津波に備えて、防波堤・防潮堤を作っております。でも、それが地震と共にずれるかもしれない。震度6強とか7の地震が来ると、その震動でずれちゃって、30 cmの隙間が開いたとします。そうすると、その隙間から水がどっと流れ込んでくる。ちなみに、大阪湾に津波が来るまで一時間ぐらいかかります。一時間で5 m。これは国が公表していますが、津波が来るまでに防潮堤に亀裂が入って、淀川の水が入って来ちゃうんです。そうすると地下に水が入って溺れ死んでしまうわけです。つまり、大きい地震が起きたら、とにかく地上三階、できたら五階くらいまで上がることが大事です。これを知っているか知っていないかが命の境目になるんです。これを「知識は力なり」と言います。これは、今から二〇〇年前の産業革命の頃に、イギリスの哲学者フランシス・ベーコンが言った言葉です。イギリスが発展したのは、科学技術の力、知識の力です。知識

があれば自分の身を自分で守ることができる。でも、知識がなければ「おれ、サーフィン得意だから津波は楽しい」って、その子は死んじゃうわけだよね。今日の知識は何か。「二〇年後、一桁大きい」だけです。

### 「知識は力なり」

君たちは今、二〇歳だから、四〇歳ぐらいで起きる。これは、君たちの人生だけじゃなくて、もっと伝えてほしいわけ。お父さん、お母さん、お友だち、それから、いろんなサークルあるでしょ、このことをみんなに伝えるとどうなるか。被害が八割減らせるといふ計算があるんです。つまり、三二万人とか二二〇兆円とかいうけど、それは知識がない、無防備に被災した時に起きる数字なんだよね。でも、知識があつて、ちゃんと準備してれば、どんな死者の数は減るんです。これは、社会学、心理学の研究者が計算しています。八割減らせるんです。そのためには、今日の話を、友だち、お父さん、お母さん、コミュニティに、ぜひ伝えてほしいんです。これは関西だけじゃありません。さっきの地図でも、静岡から始まって首都圏にも影響があります。なぜなら首都圏では、地震の波

が、長周期震動といって、六〇階建てのマンションとかがゆらゆら揺れるという被害があるんです。首都圏、東京から静岡、名古屋（名古屋は東南海地震が一番直撃するところだよね）、大阪、四国、九州、宮崎県まで全部やられるでしょ。ここは、日本の経済・産業の中心じゃないですか。一番人口の多いところだよね。これは国が計算しているんですけど、被災者の数が六千万人。つまり、日本の人口が一億三千万人だから半分が被害に遭うんです。半分が被害に遭うということは、大阪で被害に遭っても、すぐ助けに来てくれないう。だって、東京から宮崎までだから、大阪で被害に遭っても、そこに助けに来るのは南九州だったり、東北・北海道だったりして非常に時間がかかる。これが怖いんですよ。人がものすごく密集してたり、巨大な災害が起きると、その見積り以上に災害が増えちゃうのね。つまり、各地での災害を減らせば、それだけ助けられるという意味で、何とか8割減らそうというのが僕が一番伝えたいことなんです。

### 想像力——三八億年の命——

それで、ちょうど十分ぐらいビデオを見てもらいます。「爆笑問題のニッポンの教養」

というのを京大でやったんですけど（2008年3月25日放映）、今言った「想像力」というテーマです。

\* \* \*

はい、ありがとうございます。今ちょっと映ってたのは山極先生といって、京大の総長でゴリラの研究者です。六人ぐらい壇上に上がってやったんですけど、なかなか面白かったですね。何がすごいって楽屋がすごいんです。これは四、五時間くらい撮影して集録して、それを九十分にまとめたんですけど、途中に休みが入るわけです。爆笑問題のお二人がいて、僕らは一応ゲストで、しゃべって喉が渇くから水が出てくるわけね。僕らからしたら爆笑問題の二人はスターじゃない？ でも田中さんのところに水が出てくると、まず僕らのところに「どうぞ」って持ってくるわけ。太田さんも「どうぞ」って。つまり、気配りですよ。いやあ、この人たちはすごいなと。太田さんってわりとテレビの中ではぎやーぎやーやるでしょ。でも、楽屋では紳士なんですよ。田中さんも、太田さんも、人の気持ちがあわかって、僕らに「お水どうぞ」とか和ませてくるわけね。すごいなあと思って感動しました。それがちょっと楽屋話です。

今日は、地球の歴史ということで始まりましたけど、配布資料の最後にある『地球の歴史』（全三巻、中公新書、2016年出版）の紹介を見てください。地震の話もそうなんだけど、二〇年後って結構時間が長いでしょ。でもね、来るんですよ。二〇年なんてあっという間だよ。あつと言うまでもないかもしれないけど、四〇歳を考えて、どういうふうに生きるか、どういう勉強をするか、どういう信念を持つか、を考えてほしいのね。

僕は、「地球の歴史」という観点でいっしょしゃべるんですけど、地球の歴史は四六億年なんだよね。最初に「水」がある。水惑星。今、地球には海があるでしょ。雨が降るでしょ。水があるから地球では生命が生きられるんだよね。水は、熱しにくく冷めにくいから、水がないと地球は干上がっちゃうわけ。灼熱の地獄です。もしくは凍りついちゃう。例えば、地球の周りに金星とか火星があるでしょ。金星は灼熱地獄で、昔は水があっただけど全部蒸発しちゃったんです。火星には、実は水があるんだけど氷なんだよね、凍りついちゃった。地球は太陽からの距離がちょうどいいから、熱からず、寒からず。水と、水と、水蒸気。つまり、個体、液体、気体と、三体あるのは、地球と太陽の位置が絶妙だったからです。だからこそ、地球には海があるし生命が宿った。生命がいつから宿ったかという、地球の歴史の中間、三八億年前に生命の一番最初の誕生があるわけね。で、地

球って四六億年でしょ。結構昔から、生命、単細胞ですけど、あるんですよ。これはすごいことだね、あ、ちゃんと説明しようかな。後8分（笑い）。四六億年を8分で説明するね。

四六億年前、太陽系に金星とか火星とか地球ができました。地球にはいっぱい隕石が降ってきて、当たった隕石が熱を発生して、地球は四〇億年前まで火の玉だった。つまり、真つ赤なマグマの星だったんです。それが、四〇億年から冷え始める。何でかというところ、四〇億年前の海の証拠があるから。海でしかない岩石があるんです。マグマが海水に接して固まる、それが発見されました。四〇億年前に海があった。つまり、地球が火の玉じゃなくて、ちゃんと、氷と、水と、水蒸気の三体が、ちょうど0〜100度の間で循環できるような状態だったんです。それから二億年後の三八億年前に生命が誕生します。本当に原始的な生命の痕跡があります。それから、ずーっと、ずーっと、われわれまで続いています。

君たちは覚えてるかな。古生代とか、中生代とか、新生代という言葉を中学校で習ったかもしれない。それはどういうことかというところ、まさに生物が置き換わったんだよね。古生代は、三葉虫とか、海の生物が一番盛んだった時代です。その頃に、人類の、ずーっ



と、ずーっと祖先の魚がいます。古生代は、火山の噴火で終わりました。巨大な噴火で古生代の生物が絶滅して、中生代になったんです。中生代はみなさんの知ってる恐竜の時代です。は虫類。古生代は海の生物んですけど、95%が絶滅すると、生き残った生物にとつては全部が新天地でしょ。だから急激に進化するわけ。そして、は虫類、恐竜は一億年ぐらい中生代を謳歌してました。そして中生代の恐竜も絶滅します。映画の『ジュラシックパーク』ね。一個の巨大な隕石が衝突して絶滅しました。直径が10 kmぐらいの隕石だったんだけど、それが衝突して津波が発生したんです。さっき、34 mで大変だって言ったけど、恐竜が絶滅した時の津波の高さは300 mだと計算されています。それで地球の環境がものすごく悪くなって恐竜は絶滅しました。絶滅した後、細々と生きていたほ乳類が次の新生代です。われわれですね。サルがいて、それが人間に進化して…となったわけです。だからある意味、われわれ、ほ乳類がこうして生きていられるのは、中生代の最後に恐竜が絶滅したからです。生物の歴史は必ず、絶滅と進化と誕生の繰り返しなんです。

そこで、大切なポイントは何かというと、われわれは全員が三八億年の命を持っているということです。もし、途中で絶滅してたら、われわれはここにいない。みなさんはいない。僕もここじゃべってない。ここにいてるってことは、三八億年前の生命が全部繋がっ

てるんだよね。繋がっているということが、すごいんですよ。君たちのお父さん、お母さん、五〇歳、六〇歳、おじいさん、おばあさん…、全員が三八億歳なんだよね。なぜならば繋がっているから。この発想はすごい大事で、僕たちが生きていることは非常に尊い。全員が三八億年の命を持つて。だからこそ、どうやって生き延びるか。人は大切だし、みんなで力を合わせて南海トラフ地震から身を守ろう。「知識は力なり」、知識を伝えて、一人でも多くの人が助かるようにしよう。その根底は、全員が三八億年の命を持つているからだと思うんです。

ここは仏教の授業があるだろうから、仏教は何歳って言ってるか知ってますか。五六億年かなにかでしょ、確かね。結構いい数字なんですよ。五〇何億年で、羽衣で石がすり減ってどうのこうのじゃないですか。逸話がありますよね。僕らの地球科学では四六億年だから、やっぱり人間が考えることは面白いなと思って。僕らは地球科学だから物質的な証拠から四六億年を突き止める。でも、人類の知的遺産、仏教でも五六億年という数字が出てくる。同じなのは、われわれが生きてることは尊くて、それはなぜかと言ったら命が繋がってるからだと思うんです。

## 良い生き方、良い人生を求めて―長尺の目―

今日の講演が終わったらずい読んでほしいのは、配布資料としてお配りした「地球環境問題と新しい歴史観」（日本歯科医師会雑誌、Vol.65, No.11, 2013, pp.4-5）です。ここに書いたんだけど、科学技術が進歩して、こうやってエアコンはあるし、電気は点くし、マイクはあるし、快適に講義を聞くことができるんだよね。でも、一方で、自然が破壊されたり、人間の心がすさんだりするわけです。このことを長い歴史で見てほしいと思うんです。その時に、地球の四六億年とか三八億年の生命観が役に立つんですね。つまり「長尺の目」です。長い尺度でものを見ると、また違った見え方ができる。これが地球科学が伝えたい一つの発想なんです。

それから次を開けてください。「ストック型文明からフロー型文明へ」（日本歯科医師会雑誌、Vol.65, No.12, 2013, pp.4-5）。これもぜひ読んでほしいんだけど、ストックっていうのは蓄積ね。人類が文明を謳歌できるようになったのは、一万年前に農業を発明したからです。種を蒔くと作物が取れるでしょ。そして余ったものは取っておいて、蔵に入れて

おいたら一つの富になるんです。そうやって人口を増やして富を拡大してきた。これをストック経済と言います。それに対して、縄文時代は農業が発明されてないから、海に行つて貝を獲る、落ちてくる木の実を食べる、そういう生活だったわけね。フロア。つまり、世の中に流れている貝だとか、魚だとか、木の実とか、植物を季節ごとに採ってきて、命をつないでいたわけ。人類はフロアから、農業の発明をきっかけとしてストック型になったんです。

そして、その次が産業革命、今度は石炭を使ったエネルギーです。ワットの蒸気機関車がそうだよ。イギリスで蒸気機関車が走った。石炭という、地球が三〇五億年もかけて作ったエネルギー資源を二〇〇年足らずで燃しちゃったんです。その後の石油文明もストック分を消費する。そうやって人類は、地球が貯めたものをどんどん使い果たそうとしてる。でも、僕らは、もう一回、縄文時代のフロアの考え方、フロアの生き方に戻らなければいけない。これが僕が伝えたい地球科学のもう一つのテーマなんです。この辺が宗教とか哲学と繋がってくると思うんですよ。僕が今勉強してるのは、哲学だったり、宗教だったり、文化系の学問なんです。理系の科学は「予測と制御」でしょ。それと文系の学問、生き方、文明、文化、知恵を融合して、初めてわれわれは、良い生き方、良い人生を歩め

るんではないかと思えます。

今日はありがとうございます。

### ■質疑応答

Q…こども教育学科に通う学生です。すごく単純なことなのですが気になったので質問させていただきます。先生が地球科学という学問に興味を持ったきっかけや、この道を志した理由などあれば教えていただきたいと思います。

A…はい、良いご質問ですね。僕が火山とか地球に出会ったのは、実は、さっきの阿蘇山なんですよ。熊本地震が起きたとこね。阿蘇山に行つて、初めてあの雄大な景色を見たのね。カルデラです。火山が噴火して、何と、火山灰が北海道まで行つてゐるわけ。九州の噴火が北海道まで行つてゐる。ということ、阿蘇山の岩石を見て教えてくれた人がいるのね。そこで急に面白くなったんですよ。こういうことかという、二つあります。一つは「本物」です。阿蘇山とか、岩石とか、火山とか、自然や大地という本物に触れたということ。もう一つは、「鎌田くん、岩石は、こうなつてゐるのよ」「こういうような噴火があつ

て、北海道まで火山灰が飛んでいくんだよ」ということを教えてくれた先生がいるんです（鎌田浩毅著『火山はすごい』PHP文庫、二〇一五年七月を参照してください）。

何で人は夢中になるかというと、僕の場合は、本物（自然）と先生です。そういう意味で、あなた方も、ぜひ、熱中できるものを。勉強でも、音楽でも、絵でも、何でもいいです。それと、先生ね。先生がいます、そこで人生が変わります。それが答えです。ありがとうございます。

追記…講演の話を分かりやすく左記の本にまとめました。参考にしてください。

鎌田浩毅著『日本の地下で何が起きているのか』（岩波科学ライブラリー）二〇一七年一〇月刊行。

——二〇一七年六月三〇日——